

الفصل الرابع : تصميم الجدران الاستنادية الظرفية

1.4 خطوات تصميم جدار استنادي ظفري

لتصميم جدار استنادي ظفري أو كتلي نتبع الخطوات الرئيسية التالية:

1. فرض أبعاد أولية للجدار (أساس + جذع)
2. حساب الضغوط و القوى المؤثرة على الجدار
3. حساب قدرة تحمل التربة (عادة بالاعتماد على نظرية مايروف)
4. تحقيق توازن الجدار :

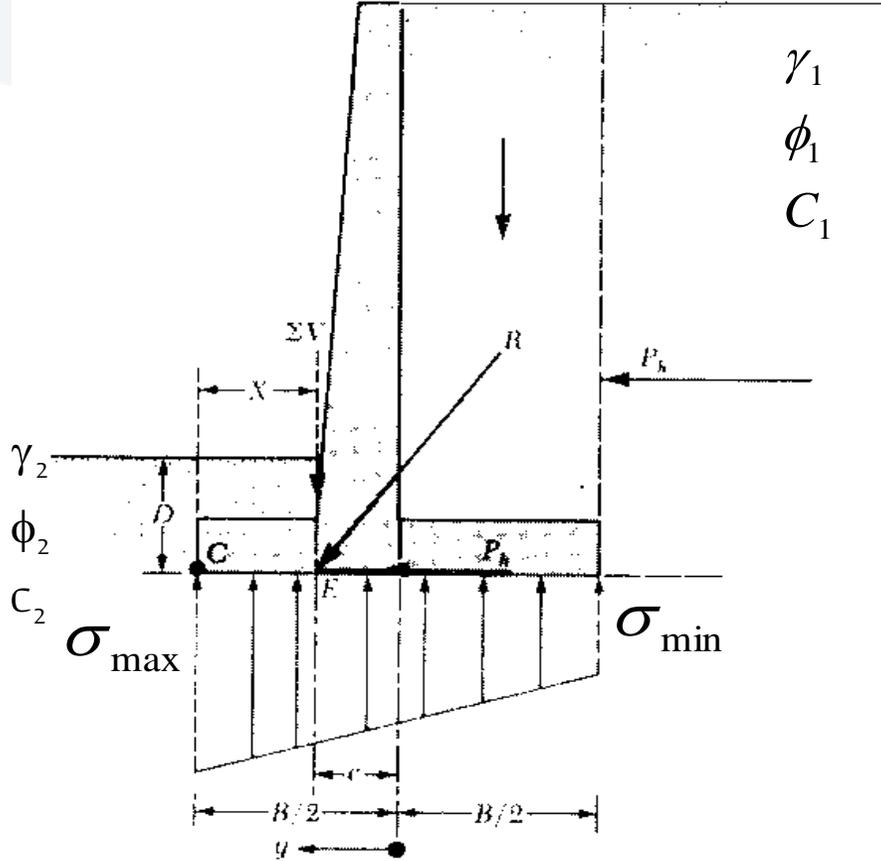
- ضد الانقلاب حول نقطة ارتكازه الأمامية
- ضد الانزلاق على طول قاعدته
- التحقق من الإجهادات تحت الجدار

$$\sigma_{\max} \leq q_a$$

$$\sigma_{\min} \geq 0$$

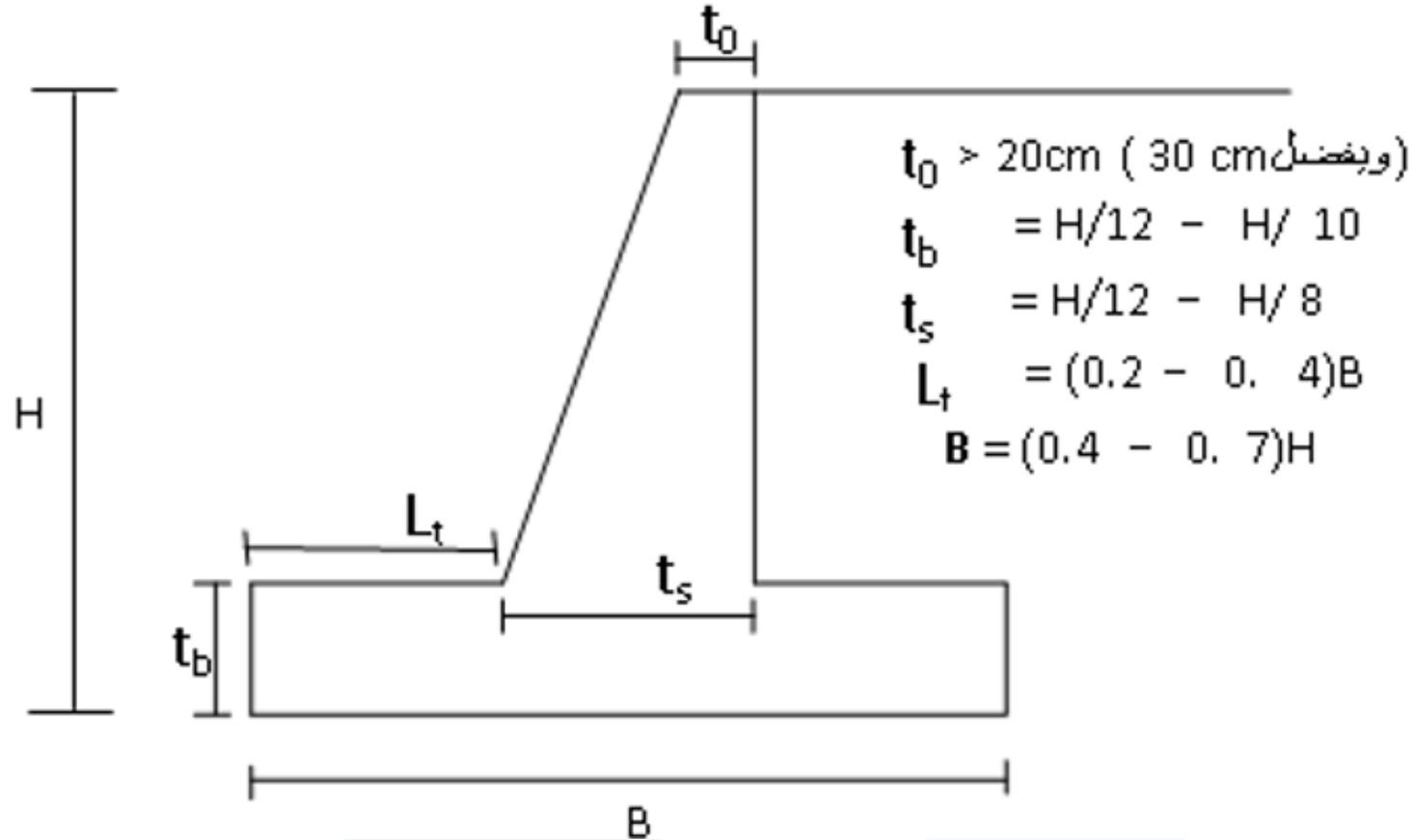
- التحقق من هبوط الجدار

5. التصميم الإنشائي للجدار



2.2 تصميم الجدران الظرفية المسلحة

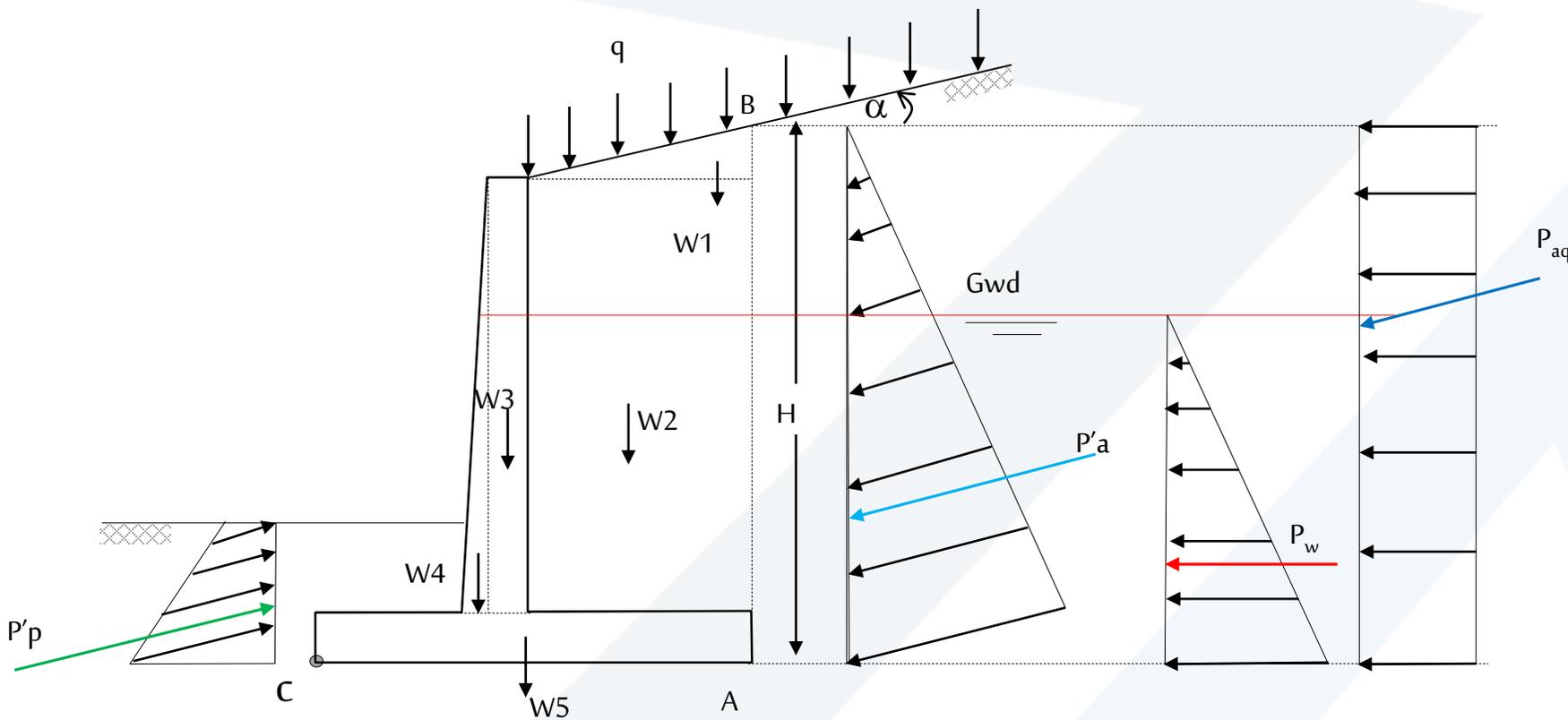
2.2.1 الأبعاد الأولية



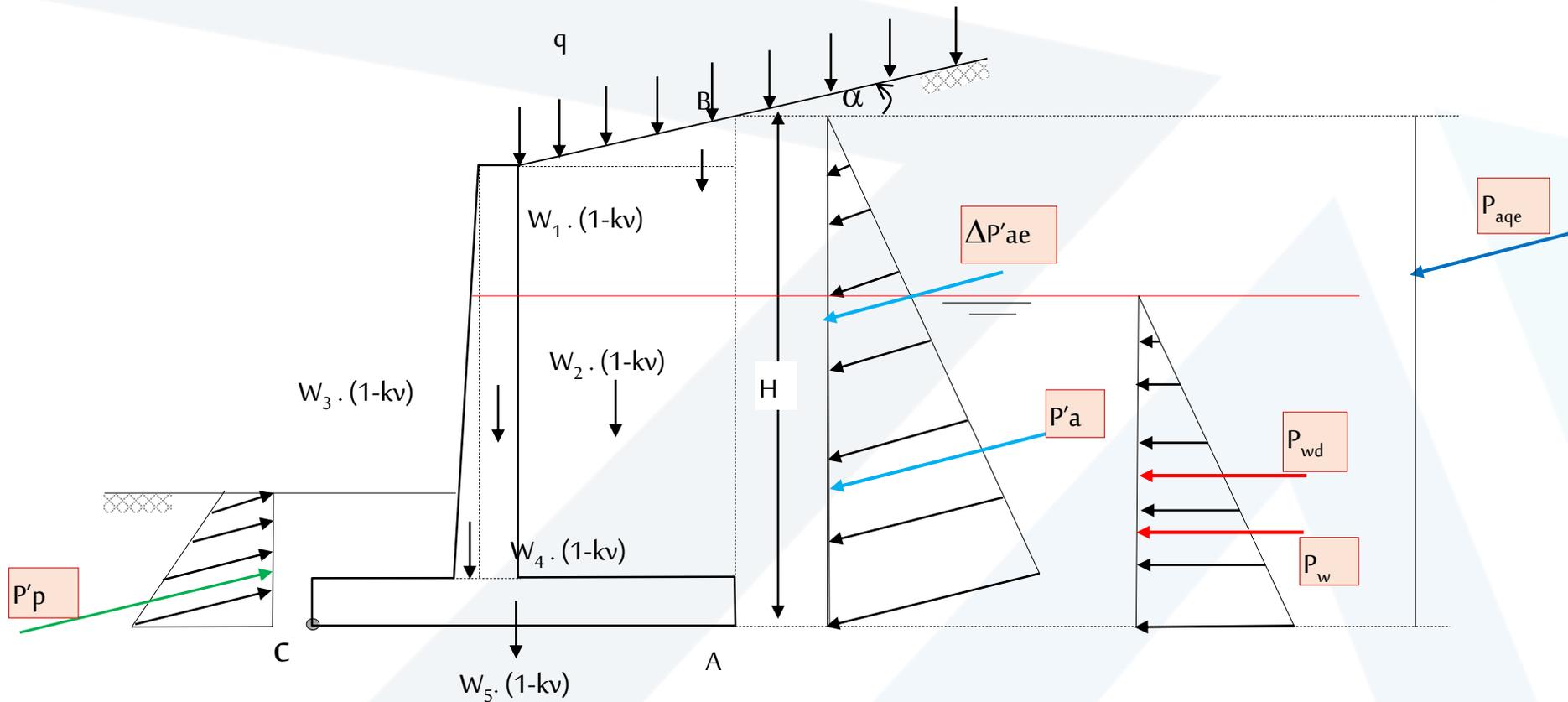
2.2.2 القوى المؤثرة على الجدران الاستنادية

- أ-الدفع الجانبي (الفعال والمعاكس والساكن) الناتج عن التربة والزلازل والحمولات الخارجية السطحية
- ب-دفع الماء الهيدروستاتيكي والهيدروديناميكي (في حال عدم التأكد من تصريف الماء خلف الجدار)
- ج-الوزن الذاتي للجدار الاستنادي
- د-وزن التربة على قاعدة الجدار
- و-الحمولات الخارجية السطحية
- ز-رد فعل التربة تحت القاعدة

حالة التحميل الستاتيكي

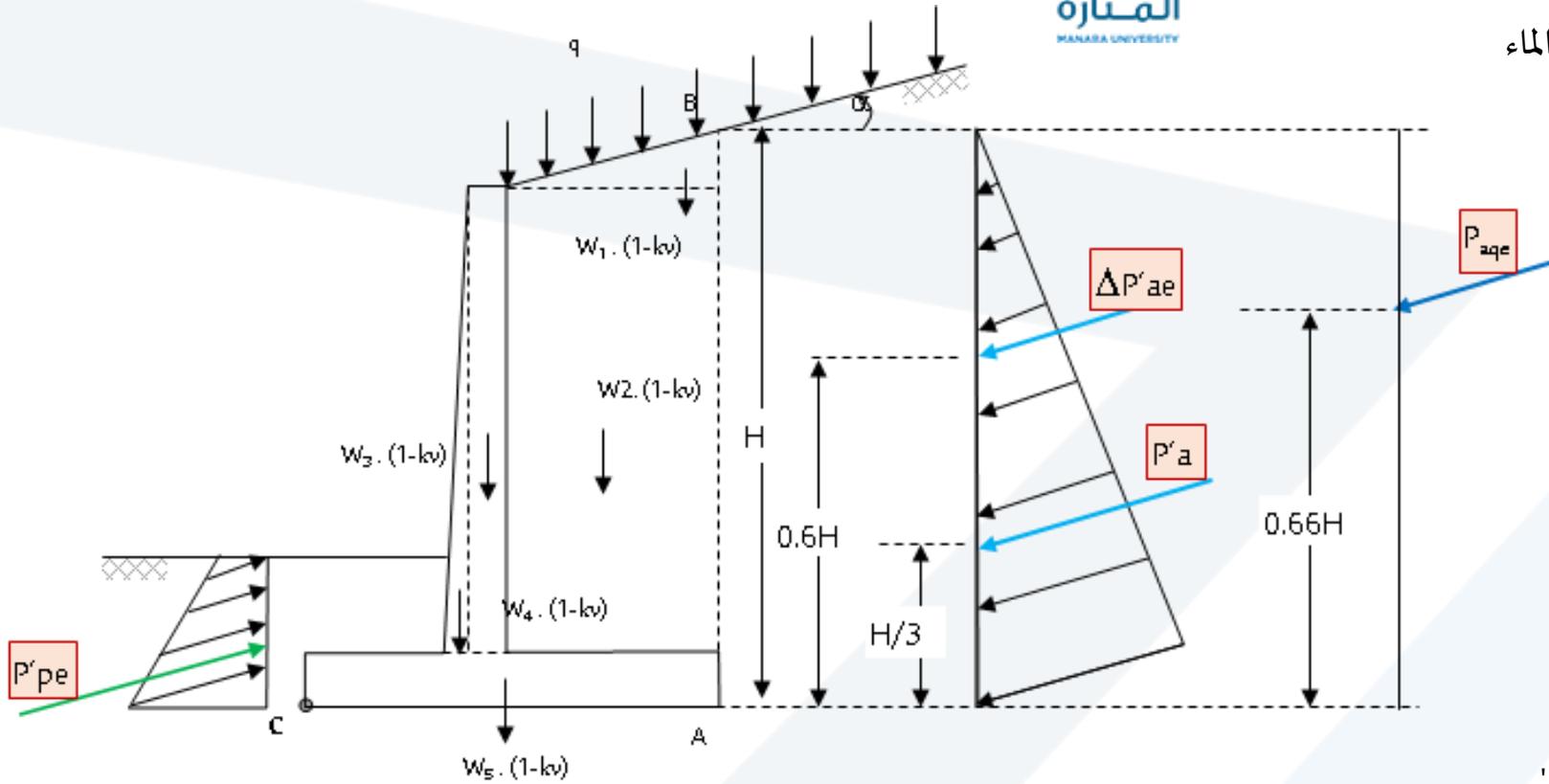


حالة التحميل الديناميكي



3.2.2 التحقق من الأمان ضد الانقلاب

القوى المؤثرة على الجدار (حالة الديناميك) في غياب الماء



$$F_s = \frac{M_R}{M_O}$$

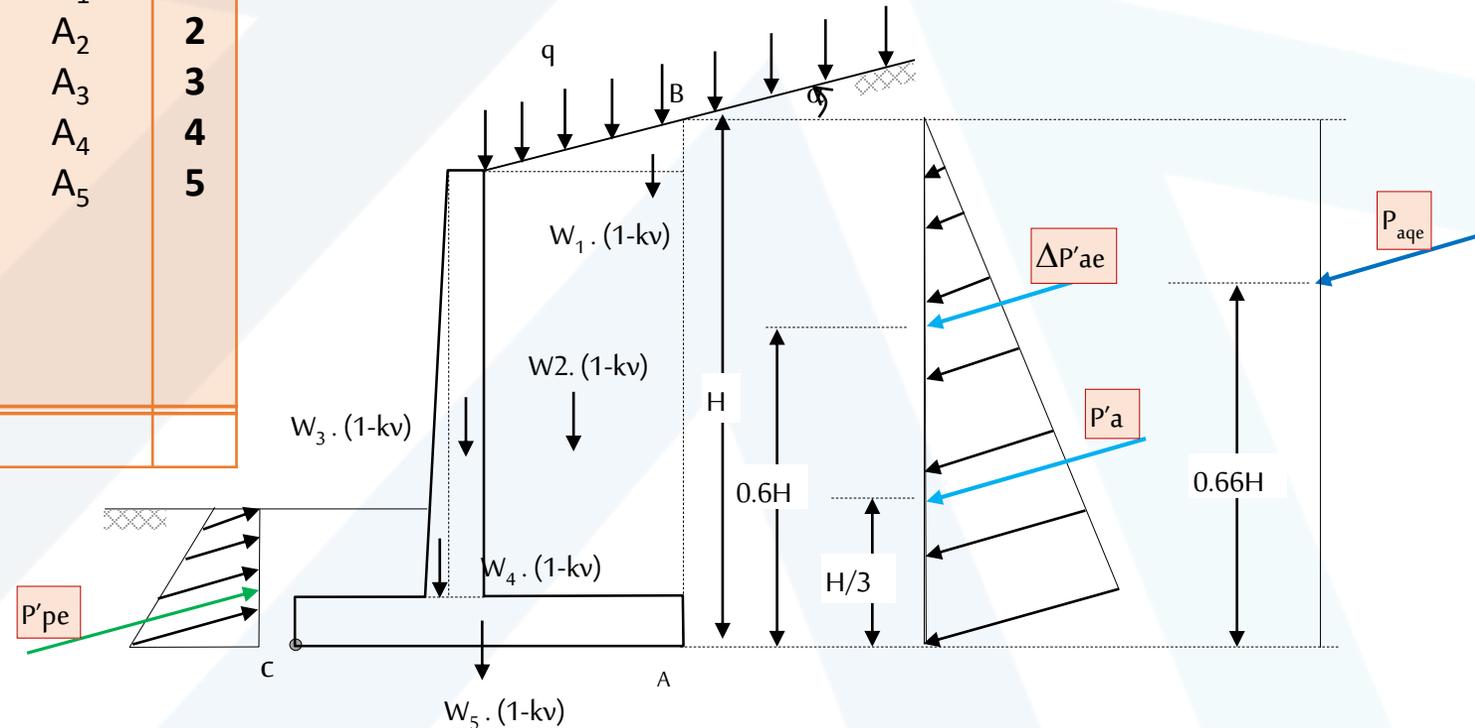
F_s عامل الأمان على الانقلاب

M_R العزم الممانع للانقلاب

M_O العزم المسبب للانقلاب

$$M_O = P'_{ah} \cdot \frac{H}{3} + \Delta P'_{ae,h} \cdot (0.6H) + P_{aqe,h} \cdot (0.66H)$$

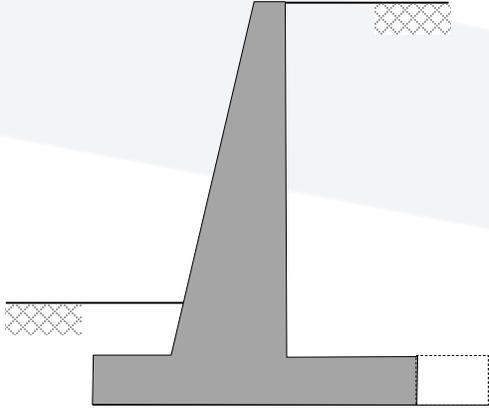
العزم حول C	ذراع العزم (البعد الأفقي عن النقطة C)	القوة على واحدة طول الجدار	المساحة	المقطع
M_1	X_1	$W_1 \cdot (1-k_v) = \gamma_1 \cdot A_1 \cdot (1-k_v)$	A_1	1
M_2	X_2	$W_2 \cdot (1-k_v) = \gamma_1 \cdot A_2 \cdot (1-k_v)$	A_2	2
M_3	X_3	$W_3 \cdot (1-k_v) = \gamma_c \cdot A_3 \cdot (1-k_v)$	A_3	3
M_4	X_4	$W_4 \cdot (1-k_v) = \gamma_c \cdot A_4 \cdot (1-k_v)$	A_4	4
M_5	X_5	$W_5 \cdot (1-k_v) = \gamma_c \cdot A_5 \cdot (1-k_v)$	A_5	5
M_{pa}	B	$P'_{av} = P'_a \cdot \sin \delta'_a$		
$M_{\Delta pae}$	B	$\Delta P'_{ae,v} = \Delta P'_{ae} \cdot \sin \delta'_a$		
M_{paq}	B	$P'_{aqe,v} = P'_{aqe} \cdot \sin \delta'_a$		
$\Sigma = M_R$		$S = Pv$		



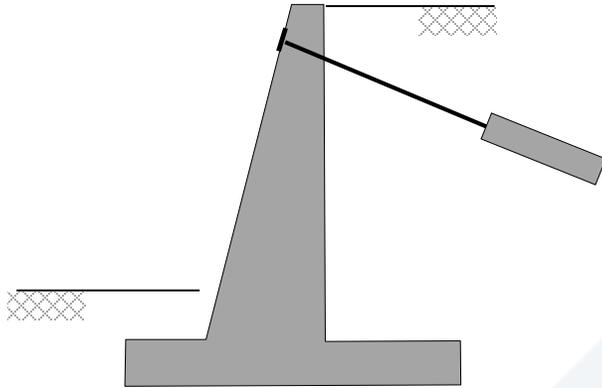
ملاحظة: من أجل الأمان، يفضل دراسة حالة عدم وجود حمولة سطحية وحالة وجودها واعتماد عامل الأمان الأصغر.

في حال عدم تحقق الأمان ضد الانقلاب، يمكن اتباع أحد الإجراءات التالية (أو أكثر من إجراء):

1-زيادة عرض كعب الجدار من أجل زيادة الأوزان الشاقولية فوقه والتي تساهم في زيادة استقرار الجدار.



2-ربط الجدار بشداد (أو بمجموعة شدادات) وبحيث تقطع مستوى الانهيار المحتمل وبطول إرساء كافي ضمن كتلة التربة الثابتة.



$$F_s = \frac{F_R}{F_d}$$

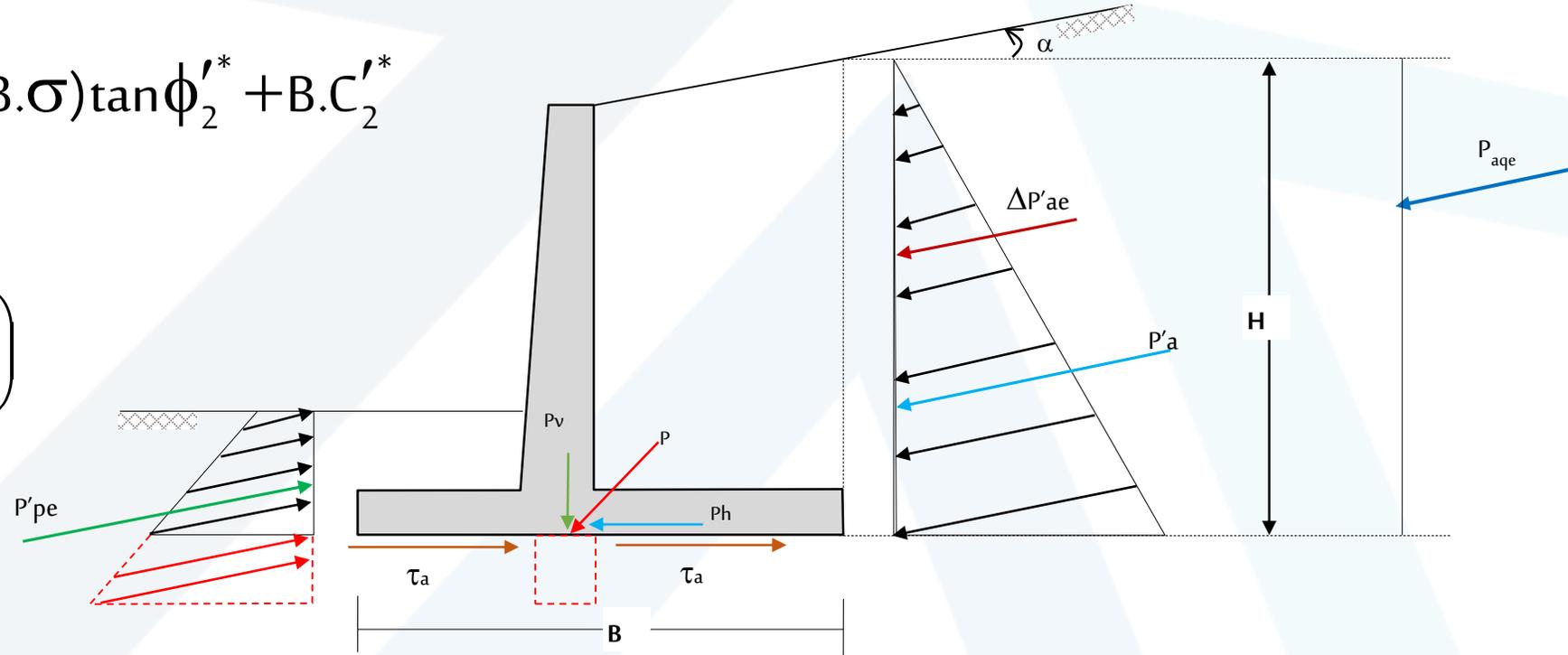
FR المركبة الأفقية لمحصلة القوى الممانعة لانزلاق الجدار
Fd المركبة الأفقية لمحصلة القوى الزالقة
Fs عامل الأمان على الانزلاق

$$F_R = (\sigma \cdot \tan \phi_2'^* + C_2'^*) \cdot (B \times 1) = (B \cdot \sigma) \tan \phi_2'^* + B \cdot C_2'^*$$

$$= P_v \tan \phi_2'^* + B \cdot C_2'^*$$

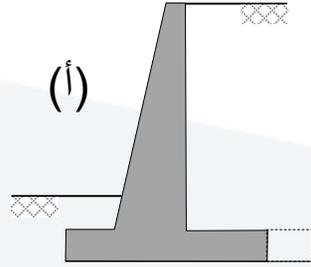
$$C_2'^* = \frac{2}{3} C_2' \quad \phi_2'^* = \tan^{-1} \left(\frac{2}{3} \tan \phi_2' \right)$$

$$F_d = P_h = P'_{a,h} + \Delta P'_{ae,h} + P'_{aqe,h}$$

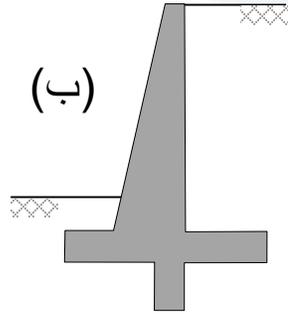


عندما لا يكون الجدار محققاً ضد الانزلاق يمكن زيادة مقاومته على الانزلاق بطرق متعددة، أهمها:

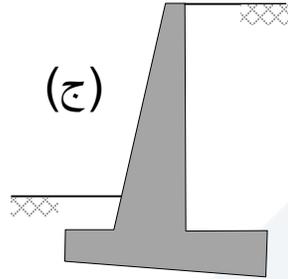
أ-زيادة عرض القاعدة



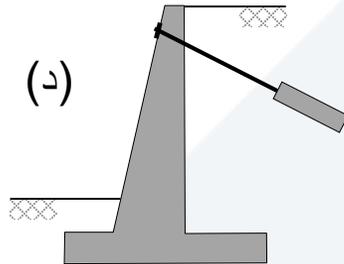
ب- إضافة سن في نهاية كعب الجدار وهي الطريقة الأكثر شيوعاً



ج- جعل الوجه السفلي للقاعدة مائلاً أو على شكل درجات



د- ربط الجدار بشدادات على صف واحد أعلى الجدار أو على عدة صفوف بمناسبة مختلفة وذلك حسب قوى الانزلاق المطلوب مقاومتها بالشدادات



$$F_s = \frac{F_R}{F_d}$$

$$F_d = P_h$$

$$F_R = R' + P'_{pe,h}$$

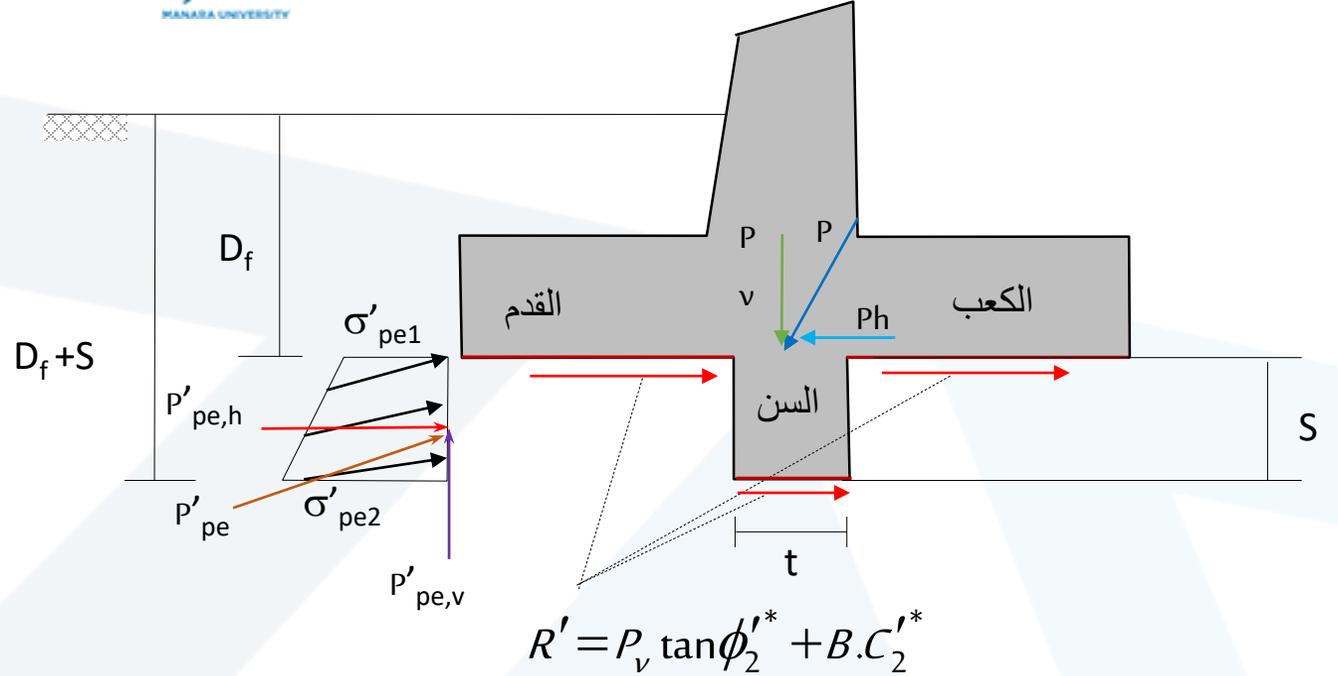
R' المركبة الأفقية للقوى الممانعة لانزلاق الجدار الناتجة عن احتكاك وتماسك التربة تحت القاعدة
 $P'_{pe,h}$ المركبة الأفقية للقوى الممانعة لانزلاق الناتجة عن إضافة السن

$$\Rightarrow R' + P'_{pe,h} = F_s \cdot P_h$$

$$\Rightarrow P'_{pe,h,min} = F_s \cdot P_h - R'$$

$$\Rightarrow P'_{pe,h,min} = F_s \cdot P_h - (P_v \tan \phi_2'^* + B \cdot C_2'^*)$$

يمكن وبطريقة مبسطة فرض ارتفاع للسن S ثم حساب $P'_{pe,h}$ والتأكد أنها أكبر من $P'_{pe,h,min}$ ومن أجل الحصول على أبعاد اقتصادية ومعقولة يمكن التجريب عدة مرات واختيار قيمة معقولة من هذه القيم المفروضة.



$$R' = P_v \tan \phi_2'^* + B \cdot C_2'^*$$

5.2.2 التحقق من الإجهادات تحت الجدار

$$q_{\max,\min} = \frac{P_v}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)$$

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M_{net}}{P_v}$$

$$: M_{net} = M_R - M_O$$

يجب أن يتحقق الشرطان:

$$\sigma_{\max} \leq q_{a-net}$$

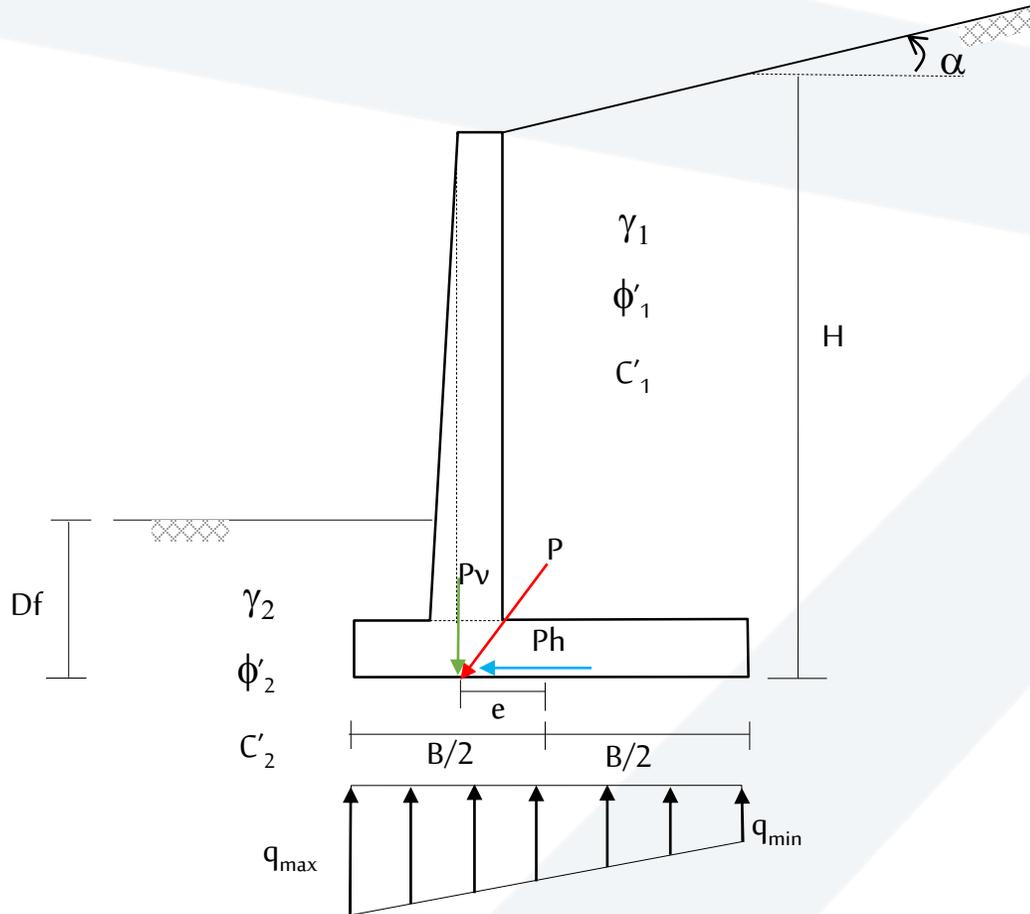
$$\sigma_{\min} \geq 0$$

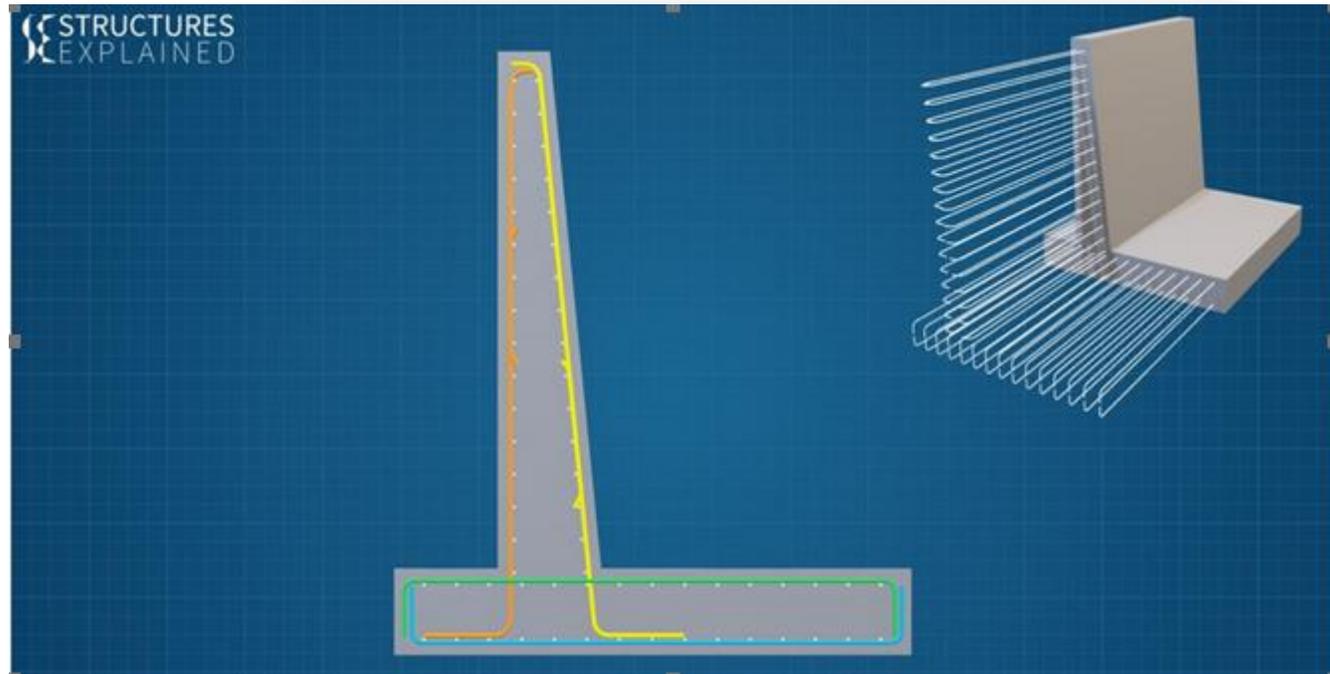
6.2.2 التصميم الإنشائي للجدار

أ- الجدران الظرفية المسلحة

يتضمن التصميم الإنشائي للجدار الاستنادي المسلح ما يلي :

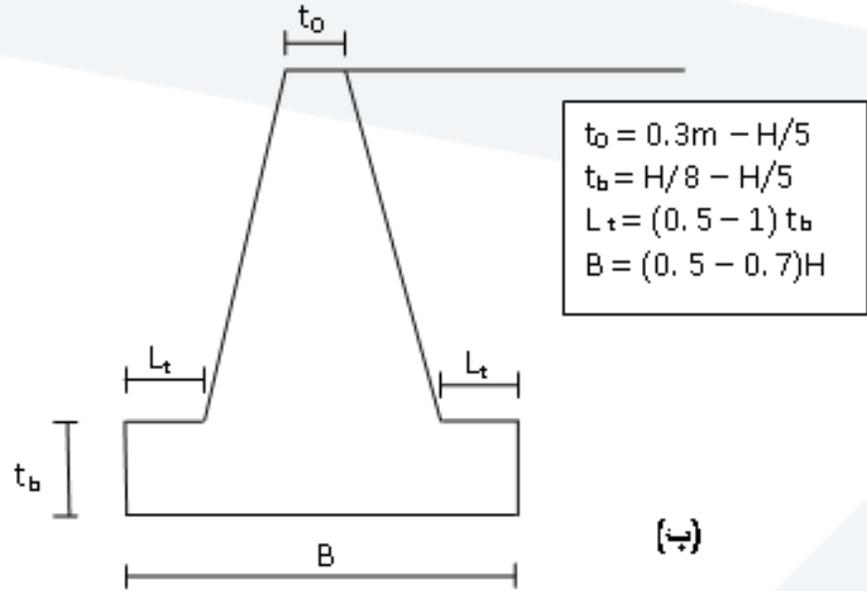
- 1- التحقق من كفاية سماكة جذع الجدار وارتفاع القاعدة
- 2- حساب تسليح الجدار





3.4 الجدران الكتلية

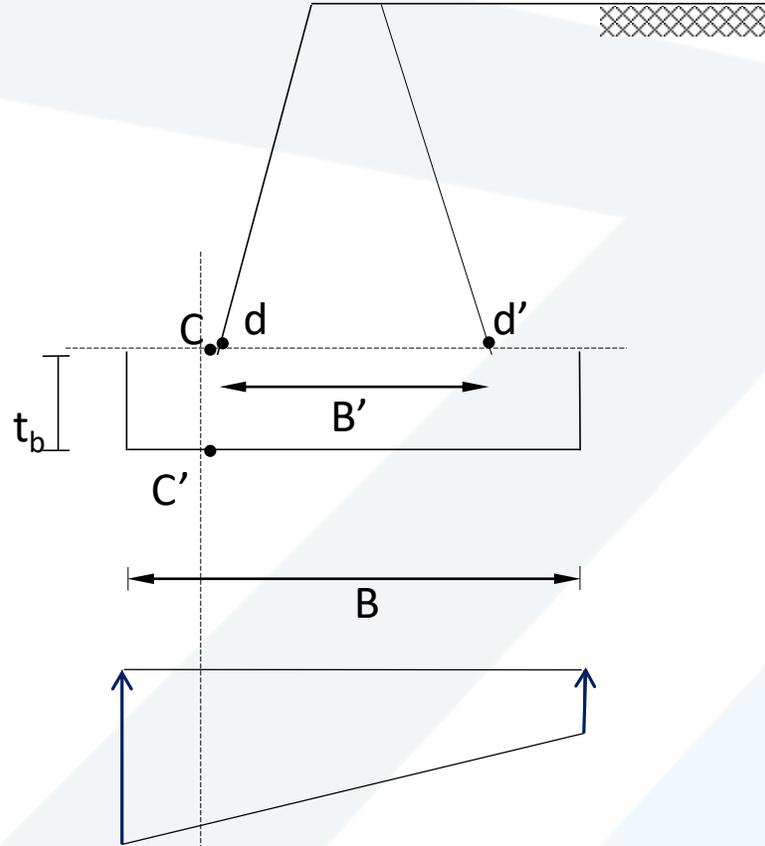
- فرض أبعاد أولية للجدار



يتضمن التصميم الإنشائي للجدار الاستنادي الكتلي ما يلي :

- 1- التحقق من الاجهادات الشادة
- 2- التحقق من الاجهادات الضاغطة
- 3- التحقق من الاجهادات القاصة

يجب ألا تتجاوز تلك الاجهادات المسموحة للمادة المصنوع منها الجدار.



الاجهادات بالمتري الطولي من الجدار

المقطع c-c' :

$$\sigma = \frac{6M_{c-c'}}{t_b^2} \quad \text{شد وضغط}$$

$$\tau = \frac{Q}{0.85t_b} \quad \text{قص}$$

المقطع d-d' :

$$\sigma_d = \frac{V}{B'} + \frac{6M_{d-d'}}{B'^2} \quad \text{ضغط}$$

$$\sigma_{d'} = \frac{6M_{d-d'}}{B'^2} \quad \text{شد}$$

$$\tau = \frac{Q}{0.85B'} \quad \text{قص}$$